KOMISJA METALURGICZNA RADY STALOWEJ

PRZEGLĄD PIŚMIENNICTWA ZAGRANICZNEGO

Z DZIEDZINY
METALURGII I METALOZNAWSTWA STALI

NR 6 KATOWICE, CZERWIEC 1939 ROK VI

RUDY, TOPNIKI, MATERIAŁY OGNIOTRWAŁE, TECHNIKA OPAŁOWA.

Zestawienie prac nad materiałami ogniotrwałymi. (Iron and Steel Institute, 1939, Special Report, Nr 26.).

Zestawienie to obejmuje 478 stron i składa się z trzech głównych działów; pierwszy dział ogólny oprócz wiadomości wstępnych, zawiera szereg artykułów traktujących materiały ogniotrwałe ogólnie; drugi dział omawia materiały ogniotrwałe używane w stalowniach i trzeci dział materiały ogniotrwałe używane w dziale wielkopiecowym. Poniżej podane są tytuły poszczególnych artykułów tego zestawienia z podaniem nazwisk autorów i krótkiej treści danego artykułu.

Przyczynek do badań nad materiałami ogniotrwałymi w stalowniach. T. Swinden. Str. 17 — 20.

W artykule omówiono materiały używane do budowy pieców w stalowniach ze specjalnym uwzględnieniem cegieł dynasowych i chromo-magnezytowych, wyrób cegieł o wysokiej porowatości do celów izolacyjnych, działanie żużli i gazów na materiały ogniotrwałe itp.

Omówiono również ogólne zasady projektowania dołów odlewniczych i warunki pracy pieców martenowskich.

Przegląd materiałów ogniotrwałych pieców martenowskich. A. E. Dodd i A. T. Green. Str. 21 — 146.

Autorzy zamieszczają przegląd i krytykę dotychczasowej literatury związanej z tematem i publikują kilka jeszcze niedrukowanych prac. Omówiono materiały stosowane w samym piecu martenowskim, w jego akcesoriach — to znaczy w regeneratorach i generatorach, w kadziach odlewniczych i w dołach odlewniczych. Omówiono wszystkie najnowsze zdobycze techniki na tem polu, zastosowanie najnowszych typów cegieł i kanałów wlotowych do pieca oraz podano dane o trwałości wypraw kilku różnie pracujących pieców.

Materiały ogniotrwałe chromowe-przegląd wykonanych badań. W. J. Rees i T. R. Lynam. Str. 167 — 174

Omówiono wpływ dodatku krzemionki do cegieł czysto chromowych na ich odporność w wysokiej temperaturze i na działanie żużli. Próby laboratoryjne wykazują, że dodatek powyżej 12% SiO_2 do cegieł chromowych czyni je już nieodpornymi na działanie żużli zasadowych.

Omówiono również wpływ dodatku Al_2O_3 na własności cegieł chromowych. Próby wytrzymałości pod obciążeniem na gorąco wykazały dobroczynny wpływ dodatku tlenku aluminiowego na cegły chromowe, bez obniżenia ich odporności na działanie żużli. W ostatniej części artykułu omówiono własności cegieł chromo-magnezytowych. Dodatek magnezytu w ilości do 30% polepsza wytrzymałość tych cegieł. Podane są teoretyczne zasady zjawisk zachodzących w cegłach chromo-magnezytowych w wysokich temperaturach.

Autorzy stwierdzają, że jako lepiszcze do cegieł chromowych nadaje się najlepiej dodatek siarczanu barowego w ilości do 10%, lub węglanu barowego. Natomiast lepiszcza wapienne powodują obniżenie wytrzymałości cegieł w podwyższonych temperaturach.

Kilka doświadczeń nad mieszaninami chromo-magnezytowo-dolomitowemi. Część I. Wpływ składu mieszaniny na zmiany objętości wraz z temperaturą i na zdolność do uwadniania się. A. A. Chadeyron i W. J. Rees. Str. 175 — 183.

Zbadano układ potrójny: chromit — dolomit — magnezyt specjalnie pod względem podatności na działanie wody. Uzyskane wyniki wskazują, że zdolność do udowadniania jest prawie niezależna od ilości dolomitu w mieszaninie, natomiast bardzo silnie zwiększa ją obecność wolnego wapna.

Część II. Wpływ wapna na zdolność do udawadniania. Str. 185 — 188.

Na podstawie przeprowadzonych badań autorzy wnioskują, że potrójne mieszaniny chromitu, magnezytu i dolomitu uwadniają się łatwo o ile ilość wolnego wapna przekracza 10%. O ile pomimo nieobecności wolnego wapna mieszanina wykazuje małą odporność na uwadnianie, to należy to przypisać powstawaniu innych związków łatwo rozpuszczalnych w wodzie. Jako przykład takich mieszanin może służyć: magnezyt/dolomit — 90/10 i 70/30.

Wpływ kilku czynników na trwałość cegły chromo-magnezytowej w zasadowym piecu martenowskim. W. Hugill i A. T. Green. Str. 189—199,

Autorzy zajmują się badaniem następującego faktu: każda cegła chromo-magnezytowa z zasado-

wego pieca martenowskiego po pewnym czasie pracy powleka się na powierzchni pracującej czarno - niebieską, luźną, ziarnistą warstewką. Warstewka ta nie posiada żadnej spójności i bardzo łatwo odpada. Śladów nadtopienia nie widać, natomiast pod tą warstewką znajduje się strefa wykazująca rekrystalizację. Za tą strefą na głębokości 1—1,5 cala zaczyna cegła pękać, tworzą się pęcherze wykazujące wyraźne ślady nadtopienia. Analiza ilościowa wykazuje, że warstewka powierzchniowa zawiera dużą ilość tlenku żelaza, niewielki wzrost ilości CaO i ubytek MgO, np. 128 części FeO, 7 części CaO na 100 części cegły. Autorzy, posługując się głównie analizą mikroskową, obszernie wyjaśniają przyczyny tej warstwowości cegieł podając jako główny powód pękania cegieł obecność tlenku żelaza Fe_3O_4 który przechodzi w roztwór stały w materiale cegły. W strefie pośredniej, w której stwierdzono nadtopienie występuje mieszanina FeO-MgO o niskiej temperaturze topienia.

Uwagi o własnościach i przygotowaniu kilku syntetycznych szpineli. W. Hugill. Str. 201—204.

Autor stwierdza, że przygotowanie syntetyczne z chemicznie czystych surowców materiałów: szpinelu (Mg Al_2O_4), pikrochromitu ($MgCr_2O_4$), chromitu ($FeCr_2O_4$) i magnezo-ferrytu ($MgFe_2O_4$) nie jest trudne. Natomiast otrzymanie hercynitu ($FeAl_2O_4$) jest bardzo trudne. Autor podaje niektóre własności ogniotrwałe sztucznie wyprodukowanych szpineli.

Przemiana trydymitowa cegieł ogniotrwałych. A. A. Chadeyron i W. J. Rees. Str. 205—210,

Autorzy zbadali możliwość przemiany trydymitu w krystobalit wskutek dodatku metafosforanu sodowego. Podano własności i mikrostrukturę zbadanych materiałów.

Nomenklatura poszczególnych części pieca martenowskiego. Str. 211—212.

Wskutek istnienia rozbieżności w nazwach poszczególnych części pieca martenowskiego w różnych okolicach Anglii zdecydowano ustalić jedną nomenklaturę tych części za pomocą specjalnego szematu. Szemat ten składa się z dwu grup, z których pierwsza obejmuje części samego pieca, druga miejsca wyłożone wyprawą ogniotrwałą.

Postęp badań nad wyprawą pieców martenowskich. Str. 213—215.

Podano przegląd ostatnich badań nad wyprawami pieców martenowskich przeprowadzonych przez Brytyjskie Towarzystwo Naukowe Materiałów Ogniotrwałych.

Wyłożenie Wielkich Pieców. Część III. Badania cegieł piecowych podczas remontu kilku wielkich pieców. A. T. Green, W. Hugill i H. Ellerton, Część IV, Badania wymurowania trzech wielkich pieców. W. Woodhouse, W. Hugill i A. T. Green. Str. 217—294

Opisano wszechstronne badania cegieł ogniotrwałych wyjętych z czterech wielkich pieców podczas ich przebudowy. Próbki pobierano systematycznie w równych odstępach w garze, w spadkach i w szybie wielkiego pieca. Próbki pobierano nietylko z powierzchni pracującej cegieł, lecz także i z boków cegieł. Przy badaniu cegieł zwracano uwagę na następujące: 1) pęknięcia, witryfikacja, zabarwienie, nienormalna korozja; 2) działanie tlenku węgla powodujące pękanie cegieł, oraz rozmieszczenie cząstek węgla wokół cząstek żelaza; 3) impregnacja alkaliami; 4) obecność metalicznych kryształów, lub kulek, lub kryształów siarczków metali. W poszczególnych wypadkach wykonywano chemiczne analizy jakościowe.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że najsilniej narażone na zmęczenie są cegły na wysokości około 10 do 15 stóp powyżej spadków. Cegły ścian spadków wykazały głębokie wyżarcia spowodowane działaniem żużla. Pęknięcie cegieł spowodowane działaniem CO zaobserwowano w całym piecu. Ślady metalicznego cynku i ołowiu spotykano w szczelinach cegieł pękniętych wskutek działania CO. Badania wykazały konieczność stosowania jaknajcieńszej warstwy łączącej cegły. Warstwa ta powinna posiadać małą przenikliwość, aby uniknąć przenikania składników niszczących cegłę wgłąb wymurowania.

Działanie żużli na materiały ogniotrwałe. Część I. Działanie żużli wielkopiecowych. W. Hugill i A. T. Green. Str. 295—349.

Zastosowano 3 metody badań działania żużli wielkopiecowych na cegły dynasowe, oraz szamotowe ze średnią i wysoką zawartością tlenku glinowego. Pierwszą metodą było zbadanie ogniotrwałości cegieł o różnych składach, które doprowadziło do potwierdzenia wykresu układu potrójnego SiO_2 — Al_2O_3 — CaO. W drugiej metodzie posługiwano się standartowym cylindrem o wyłożeniu z badanego materiału ogniotrwałego, w którym topiono dany żużel. W trzeciej metodzie dmuchano sproszkowany żużel na ścianę cegły rozgrzanej płomieniem ustawionym pod kątem 45° do powierzchni cegły. We wnioskach omawia autor wyniki badań, objaśniając zachodzące przy każdej metodzie przemiany krystaliczne w materiale zarówno cegły, jak i żużla.

Część II. Korodujące działanie wapna na cegłę o dużej i średniej zawartości Al_2O_3 i na cegłę dynasową. W. Hugill, R. L. Ainsworth i A. T. Green. Str. 351—357,

Metodą stapiania żużla w cylindrze wyłożonym badaną cegłą ogniotrwałą zbadano wpływ i sposób działania samego wapna na ogniotrwałe cegły szamotowe i dynasowe. Omówiono przemiany krystaliczne zachodzące w materiale cegły. Stwierdzono, że stopień skorodowania cegieł jest tym większy, im mniejsza jest zawartość tlenku glinowego w cegle. Głębokość wnikania płynnego żużla

Wytwarzanie odlewów ciągliwych. — XI. Własności. H. H. Shepherd. (Iron and Steel Industry, styczeń 1938, str. 122/6).

Badając różne własności odlewów ciągliwych europejskich (o białym rdzeniu) i amerykańskich (o czarnym rdzeniu), stwierdzono między innymi, że odlewy europejskie są bardziej odporne na ścieranie.

Przeróbka na gorąco i na zimno odlewów ciągliwych. J. V. Murray. (Metallurgia, styczeń 1938, str. 85/7).

Wytrzymałość i twardość odlewów ciągliwych wzrasta po plastycznej przeróbce na gorąco. Zwiększa się homogeniczność a węgiel kulkowy wyciąga się. Grafit pierwotny przez walcowanie nie wydłuża się. Przegrzany odlew ciągliwy nie nadaje się do walcowania, chyba że będzie on zawierał wolny cementyt. Taki materiał należy traktować podobnie jak stal i nie należy go z początku poddawać zbyt wielkim zgniotom. Przeróbka na zimno jest możliwą, i przy odpowiedniej obróbce cieplnej można ją prowadzić nawet bardzo daleko. Taka przeróbka na zimno podwyższa wytrzymałość i twardość, obniża jednak ciągliwość. Badania przeprowadzono na odlewach o białym rdzeniu. Odlewy ciągliwe wysoko-krzemowe nie nadają sie do wyżej wspomnianej przeróbki.

Stale chromo-manganowe jako stale ognioodporne. J. H. G. Monypenny. (Metallurgia, styczeń 1938, str. 93/6).

Omówiono dokładnie stale chromo-manganowe posiadające odpowiednią stałość budowy. Stale odporne na łuszczenie się nie powinny posiadać zawartości chromu powyżej pewnej granicy, gdyż inaczej może wytworzyć się zbyt dużo FeCr. Są one odporne na łuszczenie się aż do temperatury 800⁰. Stale zawierające 18—20% Cr i 8—9% Mn są odporne na łuszczenie się do 900⁰. Stale te są bardziej odporne na gazy siarkowe, niż stale niklo-chromowe. Stale chromo-manganowe z odpowiednim dodatkiem krzemu są odporne na łuszczenie się aż do 1100⁰.

Stale nierdzewne i ognioodporne. L. Sanderson. (Engineering and Boiler House Review, styczeń 1938, str. 458/60).

Omówiono następujące stale: Stal austenityczna z dużą zawartością krzemu i wolframu o wytrzymałości 13,9 kg/mm² w temperaturze 870⁰. Stal ta tworzy ściśle przylegającą zgorzelinę, która dopiero odpada w temperaturach powyżej 1095⁰, a więc stale te są odporne na wysokie temperatury i korozję. Stal nierdzewna o zawartości 12% Mn, 9% Cr używana głównie w Rosji i Niemczech odznacza się ładnym białym kolorem i dużą odpornością na działanie korozji, jest jednak gorszą od normalnej stali nierdzewnej zawierającej 18% Cr i 8% Ni. Stal o zawartości 0,3% C, 0,8% Mn, 1,5% Ni, i 0,12% V jest dobrym materiałem na skrzynki załadowcze do pieców. Stal „Nemicle" zawierająca molibden jest odporna na 20% kwas solny, a kwas solny 30% tylko nieznacznie ją nażera. „Pośrednia" stal nierdzewna zawierająca 0,15% C, 8—10% Cr, 0,5% Mn, 0,5% Si oraz 1,25%—1,75% Mo posiada bardzo dobrą odporność na działanie korozyjne par i szkodliwych atmosfer i w dużym stopniu jest odporną na wysokie temperatury. Stal nierdzewna miedziowa zawierająca 18% Cr, 8% Mn, 1,0% Cu i 0,1% C posiada doskonałe własności mechaniczne, można ją łatwo obrabiać, walcować i przeciągać a poza tym daje się taniej i łatwiej spawać, niż stal 18/8. Tak zwany metal „Armstrong" zawierający 0,1% C, 4—6% Mn, 17,5% Cr, 2,9% Cu i 8,0% Ni jest łatwo obrabialny, odporny na korozję zwłaszcza kwasu siarkowego. Jest on przeznaczony do zastępowania stali 18/8 w tych wypadkach, gdzie nie można zastosować obróbki cieplnej po odkształceniu na zimno, względnie po spawaniu. Metal ten nie może jednak całkowicie zastąpić stali 18/8.

Odbudowa mostu Chelsea. E. J. Buckton i H. J. Freeday. (Journal of the Institution of Civil Engineers, styczeń 1938, str. 383/429).

Do różnych części tego mostu użyto następujących stali o wysokiej granicy płynności: Stal „Ducol" wytwarzana przez Colvilles Ltd. zawiera w przybliżeniu 0,26% C, 0,13% Si, 0,36% Cu, 1,52% Mn, jej granica płynności wynosi mniej więcej 39 kg/mm², wytrzymałość na rozciąganie 65 kg/mm², wydłużenie 21%. Stal „Atlantes" wytwarzana przez Cargo Fleet Iron Co, Ltd. zawiera w przybliżeniu 0,25% C, 0,12% Si, 0,43% Cu, 0,92% Mn, 0,44% Cr, jej granica płynności wynosi mniej więcej 39,5 kg/mm², wytrzymałość na rozciąganie 62 kg/mm², wydłużenie 21%. Do nitowania tych stali używa się stali o wytrzymałości na rozciąganie 47,2—54,2 kg/mm² w formie sztab a 58,3—73,2 kg/mm² w formie nitów przy wytrzymałości na ścinanie 41,1—49,1 kg/mm² i wydłużeniu, na długości 50 mm, 26—19%.

Metale łożyskowe. H. M. Bassett. (Metal Industry, styczeń 1938, str. 25/32).

Omówiono wytwarzanie metali łożyskowych w Rosji z mieszaniny proszku żelaznego i grafitu, sprasowanej i spieczonej w atmosferze obojętnej w temperaturze 900⁰—1000⁰. Metal taki zawierający 3,5% grafitu posiada porowatość 30—40% a twardość 25—30 stopni Brinella. Jego własności antyfrykcyjne są lepsze, niż metalu białego lub brązu.

Nowy pogląd na czynniki mające wpływ na zmęczenie materiału pod działaniem sił rozciągająco-ściskających. G. Welter. (Revue Technique Luxembourgeoise, listopad-grudzień 1937, str. 294/305).

Na podstawie wyników serii badań wyciągnięto następujące wnioski: Stan powierzchni próbek poddanych działaniu zmiennych sił ściskających wywiera większy wpływ na wyniki badania, niż przy próbkach poddanych zmiennemu przeginaniu. W czasie działania zmiennych sił na miękką stal wytwarza się ciepło. Z początku działania zmiennych sił, — zanim zacznie wytwarzać się ciepło, miękka stal przechodzi znaczne zmiany swych własności mechanicznych. Zmiany na powierzchni badanego materiału nie są bezpośrednio widoczne, aż dopiero tuż przed lub dopiero po pęknięciu próbki. Miękka stal poddana działaniu zmiennych sił rozciągająco-ściskających wykazuje wahania temperatury, które są w pewnym stosunku do wielkości naprężeń (te wahania temperatury są bardzo małe albo zanikają w pobliżu granicy zmęczenia). Na próbkach wypolerowanych, poddanych działaniu zmiennych sił rozciągająco-ściskających o różnych okresach, można wykryć osłabienia powierzchni już w pierwszej połowie okresu badań, o ile ilość okresów zmiany naprężeń jest bardzo duża. Na próbkach konicznych, poddanych przez pewien czas działaniu zmiennych sił rozciągająco-ściskających, można mikroskopowo stwierdzić strefy naprężeń, które różnią się od siebie w zakresach poniżej i powyżej granicy zmęczenia.

Przepuszczalność siatki atomowej metalu na wodór. M. Wiedemann. (Metallwirtschaft, grudzień 1937, str. 1367/8).

Autor twierdzi, że siatki atomowa metalu nie jest przepuszczalna dla wodoru. Miejscami, którymi dy-

funduje wodór są granice ziarn, rysy, szczelinki między kryształami itp.

Badanie powłok tlenkowych tworzących się na ogrzewanym żelazie. T. Iimori. (Scientific Papers of the Institute of Physical and Chemical Research Tokyo, grudzień 1937, str. 60/7).

Podano warunki, w jakich tworzą się poszczególne rodzaje tlenków. Omawiając stałość powłok tlenkowych zaznaczono, że do powłok z tlenków niższego rzędu mogą dyfundować atomy żelaza. Poniżej temperatury 340° na żelazie trawionym powstają tylko tlenki γ — Fe_2O_3, na żelazie zaś polerowanym w tych samych warunkach powstają tlenki α — Fe_2O_3.

Wpływ szybkości chłodzenia na ilość ferrytu w stali. J. A. Verö. (Wiadomości Wydziału górniczo-hutniczego Królewsko Węgierskiego Uniwersytetu w Budapeszcie, r. 1937, tom 9, str. 192/209).

Badano stale o zawartości węgla 0,06—0,71%. Powolne chłodzenie stosowane w praktyce jest jednak za szybkie, by wytworzyć w stali równowagę. Stosunek między ilością ferrytu a zawartością węgla teoretycznie wyrażać się powinien linią prostą. W rzeczywistości linia ta jest krzywa i tym więcej odchyla się od teoretycznej linii prostej im szybkość chłodzenia jest większa. Szybkość chłodzenia ma większy wpływ na stale zawierające mniej więcej równe ilości ferrytu i perlitu, niż na stale o dużym procencie ferrytu lub o dużym procencie perlitu. W tych ostatnich wypadkach istnieje prosta zależność między wytworzoną budową a ilością składników.

KOROZJA

Działanie przegrzanej pary na stal. (Metallurgist, luty 1938, str. 99/101).

Badano stale miękkie węglowe, węglo-molibdenowe, krzemo-molibdenowe i trzy rodzaje stali chromo-molibdenowych. W temperaturach 540° i wyższych stale austenityczne używane w przegrzewaczach są atakowane przez parę. Wytwarza się wtedy wodór i powstaje ciemna warstewka tlenków, która zmniejsza szybkość reakcji. Mierzenie postępu korozji miękkiej stali przez określanie ilości wytworzonego wodoru jest fałszywe. Postęp korozji mierzono w ten sposób, że ważono warstewkę tlenków oderwaną od powierzchni próbki. Szybkość utleniania wyżej wspomnianych stali stopowych wynosiła około dwie trzecie szybkości utleniania miękkiej stali węglowej. Ciśnienie nie wpływa na szybkość postępu utleniania w parze.

Passywacja wytworzona przez podkłady powłok ochronnych na stali. U. R. Evans. (Oil and Colour Chemists Assotiation; Oil and Colour Trades Journal, marzec 1938, str. 813/4).

Działanie powłok ochronnych przed korozją, nakładanych na stal nie polega tylko na niedopuszczaniu do zetknięcia się wilgoci z powierzchnią metalu ale również i na passywacji tejże powierzchni. Niektóre powłoki są nawet przepuszczalne i porowate a jednak zadanie swe spełniają. Rozróżniono dwa typy powłok ochronnych. Do ochrony stali przed korozją atmosferyczną nadaje się najlepiej minia ołowiana jako podkład i druga warstwa zewnętrzna zawierająca tlenki żelaza. Do ochrony stali przed korozją morską nadają się powłoki zawierające metaliczny ołów lub mieszaninę minii ołowianej i grafitu. Prócz tego omówiono szereg innych, do specjalnych celów używanych powłok ochronnych wywołujących lub wzmagających passywację pokrytej powierzchni.

Określenie magnetycznych tlenków żelaza, jako miara korozji rur przegrzewaczy kotłowych. R. C. Ulmer. (Industrial and Engineering Chemistry, Analytical Edition, styczeń 1938, str. 24).

Próbki zanurza się w stężonym kwasie azotowym zawierającym 2% tlenku antymonu i 5% chlorku cyny i określa się stratę wagi. Tlenki żelaza się rozpuszczają, strata zaś wagi samej stali jest bardzo mała i stała tak, że da się ściśle określić i wprowadzić jako poprawka do obliczeń.

Porównanie między badaniami korozji specjalnie miękkich stali węglowych oraz z małą ilością dodatków stopowych, przeprowadzonymi bezpośrednio w wodzie morskiej oraz w laboratorium. A. Portevin i E. Herzog. (Métaux et Corrosion, listopad 1937, str. 201/9).

Postęp korozji określany stratą wagi próbek był podobny. Dodatek do stali małych ilości chromu i glinu obniżał korozję od 2/3 do 7/8, głównie w badaniach przy stałym zanurzeniu próbek w wodzie. Zwiększenie to wynosiło w mgle roztworu solnego około 50% i więcej, ale tylko 10—30% w atmosferze morskiej. Rozmieszczenie miejsc zaatakowanych korozją jest bardziej nierównomierne przy zanurzeniu w wodzie, niż przy działaniu atmosfery morskiej. Objawy korozji w mgle roztworu solnego są podobne jak przy działaniu atmosfery morskiej. Badania laboratoryjne polegające na okresowym zanurzaniu próbek w wodzie nie dają jednak takich objawów, jak naturalne działanie wody morskiej. Analizy produktów korozji wykazały, że krzemiany i węglany wapnia są adsorbowane na powierzchni stali w wodzie morskiej i zwykłej. Tych objawów nie można wywołać w badaniach laboratoryjnych. Stale chromo-glinowe posiadają powierzchnię bardziej skłonną do tej adsorbcji, niż zwyczajne stale zasadowe. Stan chemiczny powierzchni stali odgrywa bardzo dużą rolę o ile chodzi o tę adsorbcję. Badania laboratoryjne korozji tylko w pewnej mierze odzwierciadlają korozję, zachodzącą w roztworach solnych i zwykłej wodzie. Nie znaczy to, by badania laboratoryjne były bezwartościowe, lecz powinny być one ściślej dostosowane do warunków, jakie rzeczywiście zachodzą w naturze.